

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-229721A

(43)Date of publication of application : 29.08.1995

(51)Int.Cl.

G01B 11/24

G01M 11/00

G03H 1/08

(21)Application number : 06-041997

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 16.02.1994

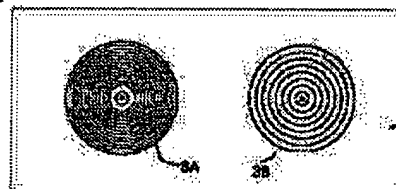
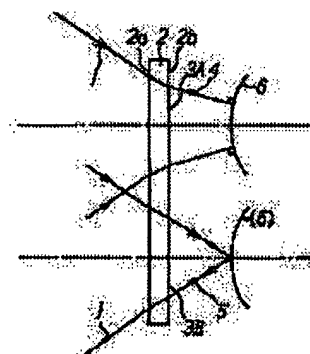
(72)Inventor : ARAKI KEISUKE

## (54) DEVICE FOR GENERATING ASPHERICAL WAVE AND METHOD FOR MEASURING ASPHERICAL SHAPE

(57)Abstract:

PURPOSE: To measure the aspherical shape with high accuracy by providing a computer hologram for generating the aspherical wave and a computer hologram for generating the spherical wave.

CONSTITUTION: A CGH3A for conversion of the spherical wave into the aspherical wave is formed on one surface 2b of a substrate 2 for the computer graphic hologram(CGH), which a CGH3B for conversion of the spherical wave into the spherical wave is formed on the same surface 2b. If no surface preparation error is present on an aspherical surface 6 to be examined, the converted aspherical wave 4 is made incident perpendicularly on the spherical surface 6. The reflected wave returns along the original path. The reflected wave becomes the spherical wave of the same radius of curvature as that of the incident spherical wave at the CGH3A, and the interference fringe with the incident spherical wave becomes one color. On the other hand, when the spherical surface 6 is deviated from the ideal shape, the interference fringe according to the deviation is generated between the incident spherical wave and the wave surface which is again returned to the approximately spherical wave by the CGH3A for converting the aspherical wave. The aspherical shape of the spherical shape 6 is detected by detecting this interference fringe.



**Detailed Description of the Invention:**

[0003] One of the drawbacks of use of an aspherical surface includes inspection of a finished aspherical surface shape. Conventionally, a so-called null test method is often used as an inspection method of an aspherical surface shape.

[0004] In this null test method, a reference master called a null lens is prepared in advance, and this reference master makes a group of light beams vertically incident to an ideal aspherical shape, i.e., a wavefront according to the ideal aspherical surface shape. Then, the aspherical surface shape is measured by measuring interference fringes of a difference between the wavefront and the reflection wavefront reflected by the aspherical surface to be measured.

[0005] Recently, CGH (Computer Generated Hologram) lens is often used as the null lens to generate an ideal aspherical wavefront.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-229721

(43) 公開日 平成7年(1995)8月29日

| (51) Int. Cl. <sup>6</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
|----------------------------|------|---------|-----|--------|
| G 0 1 B 11/24              | D    |         |     |        |
| G 0 1 M 11/00              | L    | 9309-2G |     |        |
| G 0 3 H 1/08               |      |         |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-41997

(22) 出願日 平成6年(1994)2月16日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 荒木 敬介

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

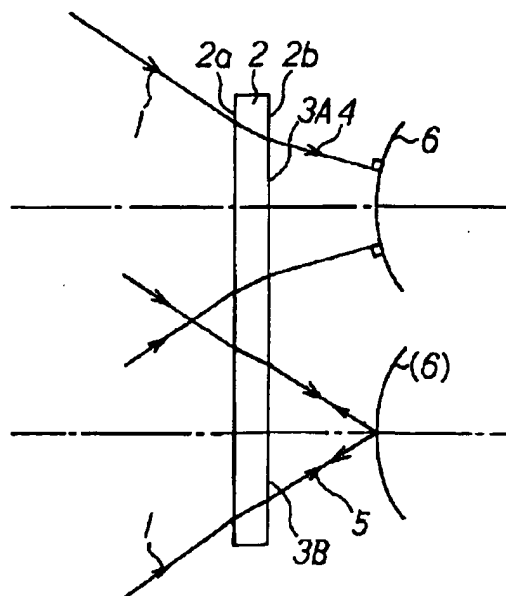
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 非球面波発生装置及びそれを用いた非球面形状測定方法

(57) 【要約】

【目的】 計算機プログラムを用いて非球面形状を高精度に測定することが出来る非球面波発生装置及びそれを用いた非球面形状測定方法を得ること。

【構成】 基板面に球面波を非球面波に変換させる非球面波発生用の計算機プログラムと、該基板の非球面波発生用の計算機プログラムを設けた面又はその反対側の面に球面波を該球面波の曲率半径とは異なった曲率半径の球面波に変換させる球面波発生用の計算機プログラムを設けたこと。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板面に球面波を非球面波に変換させる非球面波発生用の計算機プログラムと、該基板の非球面波発生用の計算機プログラムを設けた面又はその反対側の面に球面波を該球面波の曲率半径とは異なった曲率半径の球面波に変換させる球面波発生用の計算機プログラムとを設けたことを特徴とする非球面波発生装置。

【請求項2】 基板面に球面波を非球面波に変換させる非球面波発生用の計算機プログラムと、該基板の非球面波発生用の計算機プログラムを設けた面又はその反対側の面に球面波を該球面波の曲率半径とは異なった曲率半径の球面波に変換させる球面波発生用の計算機プログラムとを設けた非球面波発生装置の該球面波発生用の計算機プログラムを用いて、該非球面波発生装置と被測定面との位置関係を設定した後に該非球面波発生装置に球面波を入射させ、該非球面波発生装置から射出する非球面波を該被測定面に垂直入射させ、該被測定面からの反射光を該非球面波発生用の計算機プログラムを介して球面波に逆変換し、次いで参照球面波と干渉させ、該干渉波面を利用して該被測定面の面形状を測定していることを特徴とする非球面形状測定方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は計算機プログラムを用いて光学的に被検物体、特に非球面形状の測定を行う場合に好適な非球面波発生装置及びそれを用いた非球面形状測定方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、光学系に新しい機能が求められるのに伴い光学系への非球面の適用が盛んになってきている。特にコンパクトビデオカメラ、走査光学系等、新しく開発された光学分野では非球面が積極的に活用されている。

【0003】 非球面を用いる場合の問題点の1つに、でき上がった非球面形状の検査がある。非球面形状の検査方法としては従来より、所謂マルチテスト法が多く用いられている。

【0004】 このマルチテスト法では予めマルチレンズと呼ばれる基準マスターを製作し、この基準マスターが理想となる非球面の形状に対して垂直入射する光線群、即ち理想非球面形状をなぞるような波面を形成し、該波面と被検非球面からの反射波面との差を干渉縞の形で測定して非球面形状を測定している。

【0005】 このマルチレンズとして最近ではCGH（計算機作成ホログラム）レンズが理想非球面波作成に多く用いられている。

【0006】 図5はマルチレンズとしてCGHレンズを用いた非球面形状測定方法の要部概略図、図6は図5の球面波-非球面波変換用のCGH2のCGH面3Aのパターンの説明図である。

【0007】 図5において2はCGH用の基板であり、一方の面に球面波から非球面波への変換用のCGH面3Aが形成されている。

【0008】 一般にCGH面3Aへの入射光1は0次反射光のノイズを回避する為に球面波1を用いている。この球面波1がCGH面3Aで非球面波4に変換され、被検面6に垂直に入射して被検面6からの反射光が元の来た光路を逆に戻る構成となっている。そして元の来た光路とのずれ量を干渉を利用して求め、これより被検面6の形状を測定している。

【0009】 図5に示す測定方法ではCGH面3Aの光軸方向のセッティング精度が重要となっている。従来はこの光軸方向のセッティングは光学系を構成する所定の部品位置から機械的に寸法測定をして位置決めして行っていた。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】 非球面形状測定のマルチテスト法においては光学系のセッティングを入射波面に対するCGH面の位置を光学部品を精度的に押えている機械部品の位置等から間接的にやっている。この為波長オーダーの高い精度（ホログラムは波面と波面の干渉縞なので高い位置合わせ精度が必要）を出すのが大変難しかった。

【0011】 これに対して本出願人は特願平5-157532号公報において、図7、図8に示すように球面波1を非球面波4に変換するCGH3Aの他に入射光の位相共役波発生用の反射型のCGH3CをCGH用の基板2の同一面に設けて位相共役波を発生させて、該CGH面3Aの位置を反射回折波として戻ってくる位相共役波によって行う方法を提案している。

【0012】 この方法では位相共役波発生用の反射型のCGHは波面変換量が大きくなり、計算機作成ホログラムのパターンの本数が多くなり、又パターンの間隔も細くなり、精度あわせに必要な高NAの計算機作成ホログラムの作成には計算量・描画量が多くなり困難性も増加してくる傾向があった。

【0013】 本発明は本出願人が先に提案した非球面波発生装置を改良し、非球面波発生用のCGH面の光軸方向の位置合わせを波面変換量の多い位相共役反射波を用いることなく高精度かつ容易に行うことができ、非球面形状を高精度に測定することのできる非球面波発生装置及びそれを用いた非球面形状測定方法の提供を目的とする。

## 【0014】

【課題を解決するための手段】 本発明の非球面波発生装置は、基板面に球面波を非球面波に変換させる非球面波発生用の計算機プログラムと、該基板の非球面波発生用の計算機プログラムを設けた面又はその反対側の面に球面波を該球面波の曲率半径とは異なった曲率半径の球面波に変換させる球面波発生用の計算機プログラムとを設

けたことを特徴としている。

【0015】本発明の非球面形状測定装置は、基板面に球面波を非球面波に変換させる非球面波発生用の計算機プログラムと、該基板の非球面波発生用の計算機プログラムを設けた面又はその反対側の面に球面波を該球面波の曲率半径とは異なった曲率半径の球面波に変換させる球面波発生用の計算機プログラムとを設けた非球面波発生装置の該球面波発生用の計算機プログラムを用いて、該非球面波発生装置と被測定面との位置関係を設定した後に該非球面波発生装置に球面波を入射させ、該非球面波発生装置から射出する非球面波を該被測定面に垂直入射させ、該被測定面からの反射光を該非球面波発生用の計算機プログラムを介して球面波に逆変換し、次いで参照球面波と干渉させ、該干渉波面を利用して該被測定面の面形状を測定していることを特徴としている。

【0016】

【実施例】図1は本発明の非球面波発生装置の実施例1の要部概略図、図2は図1の非球面波発生装置の説明図である。

【0017】図中2は計算機作成プログラム(CGH)用の基板である。基板2の一方の面2bには球面波-非球面波変換用のCGH3Aが形成され、同じ面2bには球面波-球面波変換用のCGH3Bが形成されている。

【0018】尚、本実施例では同一面にCGH3AとCGH3Bを形成した例を示しているが、CGH3Bは面2bと反対側の面2aであっても良い。

【0019】本実施例においてこれらの各要素2、3A、3Bは非球面波発生装置の一要素を構成している。6は被検面としての非球面である。1は入射する球面波である。この球面波を基板2上に描かれた非球面波発生用のCGH3Aによって非球面波1に変換している。このときの非球面波の被検面6への入射精度は球面波1と非球面波発生用のCGH3Aの位置合わせ精度で決まってくる。

【0020】そこで本実施例では基板2上にCGH3Aの他に球面波の曲率半径だけを変える球面波-球面波変換用のCGH3Bを基板2の厚みの影響から生じる収差を補正しつつ設けている。そして該CGH3Bにより入射球面波1を被検非球面6の頂点に集光する球面波5に変換した後、被検非球面6の頂点で反射させ、再び同じ光路を戻した後、CGH3Bで入射球面波と同じ曲率半径の球面波となるように、即ち入射球面波との干渉縞がワンカラーになるように基板2と被検非球面6との光軸方向の位置合わせを行っている。

【0021】これにより基板2の光軸方向の位置合わせを被検非球面6の頂点の位置合わせと同時に、次いで基板2を光軸と垂直方向に平行シフトさせ、CGH3Aの光軸が先刻合わせた光軸に一致するようにしている。そして球面波1が非球面波発生用のCGH3Aで精度良く非球面波4に変換されるようにしている。

【0022】今、被検非球面6に面作成誤差がなければ変換した非球面波4は被検非球面6に垂直に入射する。従ってその反射波は元の来た経路を戻る。そしてCGH3Aで再び入射球面波と同じ曲率半径の球面波となるので入射球面波との干渉縞はワンカラーとなる。

【0023】一方、被検非球面6が理想形状からずれている場合には、そのずれ量に応じた干渉縞が入射球面波とCGH3Aで再び略球面波に戻された波面との間に生じる。そこでこの干渉縞を検出することにより被検非球面6の非球面形状を検出している。

【0024】図3は図1に示した本発明の非球面波発生装置を用いた非球面形状測定方法の概略図である。図3において図1で示した要素と同一要素には同符号を付している。

【0025】本実施例においては干渉縞の検出系をフィゾー型干渉計より構成している。

【0026】同図においてレーザ光源7からのレーザ光はコリメーターレンズ8により平行光とし、ビームスプリッター9に入射している。ビームスプリッター9を通じた光束はTSレンズ10で入射用の球面波1として、即ち図1で示したのと同様の球面波として基板2のCGH3B、又はCGH3Aに入射させている。このとき基板2と被検面6との位置合わせを図1で説明したのと同様に行った後にCGH3Aで変換された非球面波4を被検面6に入射させている。

【0027】一方、TSレンズ10の最終レンズ面で垂直に反射して戻って来た光を参照光としている。位置合わせ時又は非球面測定時に被検面6の頂点からの反射又は被検面6に略垂直に入射して反射して来た光束はCGH3B又はCGH3Aで再び逆向きの球面波に変換した後、TSレンズ10で再び略平面波としてハーフミラー9で反射している。

【0028】一方、TSレンズ10の最終レンズ面で反射させた参照光もハーフミラーで反射させ、これにより先の該平面波と重ね合わせている。このときの合成波面より生じる干渉縞をレンズ11により所定面上に結像させ、高次回折光をカットする為のフィルター12を通した後、カメラ13で該干渉縞を観測している。

【0029】そして、該カメラ13で観察される干渉縞の状態より被検面6の非球面形状を検出している。

【0030】図4は本発明の非球面波発生装置の実施例2の要部概略図である。

【0031】本実施例は図1の実施例1に比べて基板2面上の球面波-非球面波変換用のCGH3Aの周囲に球面波-球面波変換用のCGH3B1~CGH3B4の4つのCGHを配列している点が異なり、その他の構成は同じである。

【0032】本実施例ではCGH3A(基板2)と被検面6との光軸方向の位置合わせを4つのCGH3B1~3B4のうちの1つを用いて行うと共に、他の3つのC

【図2】 図1の非球面液発生装置の説明図

【図3】 本発明の非球面液発生装置を用いた非球面形状測定方法の要部略図

【図4】 本発明の非球面液発生装置の実施例2の要部

説明図

【図5】 従来のCGHを用いたマルタースト法の説明図

【図6】 図5のCGHのバタースンの説明図

【図7】 従来の位相共役発生反射型のCGHを用いた

測定方法の説明図

【図8】 図7のCGHバタースンの説明図

【符号の説明】

1 入射球面波

2 CGH用基板

3A 球面波-非球面液交換用のCGH

3B 球面波-球面液交換用のCGH

4 非球面液

5 球面波

6 被検面

7 レーザ光源

8 コリメーターレンズ

9 ピームスプリッター

10 TSLレンズ

11 レンズ

12 高次回折光カッター

13 カメラ

CGHを用いて位置合わせの確認を行っている。これによ

りCGH3Aの上下方向と左右方向の傾きについても確

認することが出来、より高精度な位置合わせを可能とし

ている。

【0033】尚、以上の各実施例1、2において球面波

を非球面液に変換するCGH3Aは簡単な為に回転対称

の非球面液を用いた同心円の場合を示したが、回転非対称な

パターンであっても良い。例えば、球面波をトーリック

波等のアサメリックな非球面液に変換するものであ

っても良い。

【0034】

【発明の効果】本発明によれば以上のように各要素を設

定することにより、非球面液発生用のCGH面の光軸方

向の位置合わせを波面交換量の多い位相共役反射波を用

いることがなくとも高精度かつ容易に行うことができ、

非球面形状を高精度に測定することのできる非球面液発

生装置及びそれを用いた非球面形状測定方法を達成する

ことができる。

【0035】特に、基板上に非球面液用のCGHの他

に、基板の厚みによる収差補正も含めて球面波を別の曲

率半径の球面液に変換する別のCGHを設けることによ

り、入射波面に対する非球面液交換CGHの位置設定の

精度を、より向上できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の非球面液発生装置の実施例1の要部

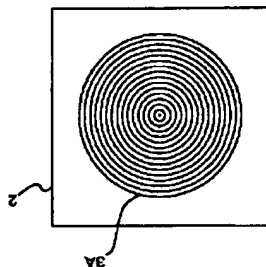
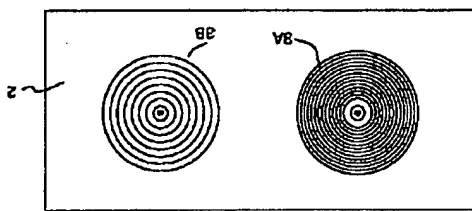


Fig 6



【図2】

Fig 2

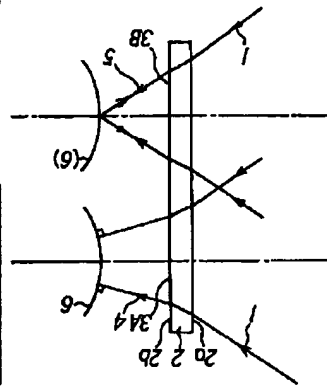


Fig 3

【図3】

Fig 4

【図4】

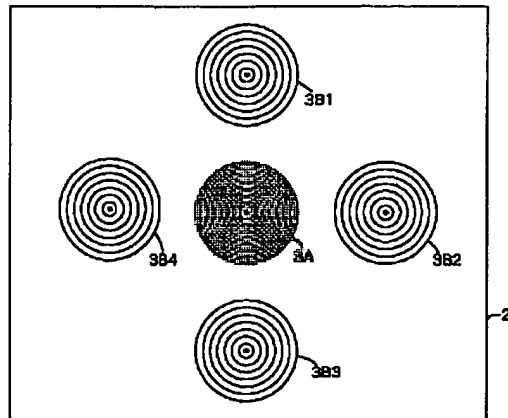


Fig 5

【図5】

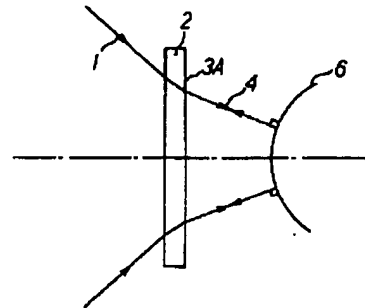


Fig 7

【図7】

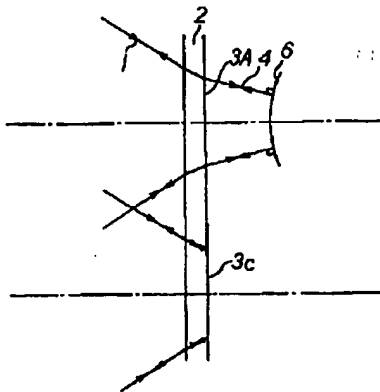


Fig 8

【図8】

